

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002年12月12日 (12.12.2002)

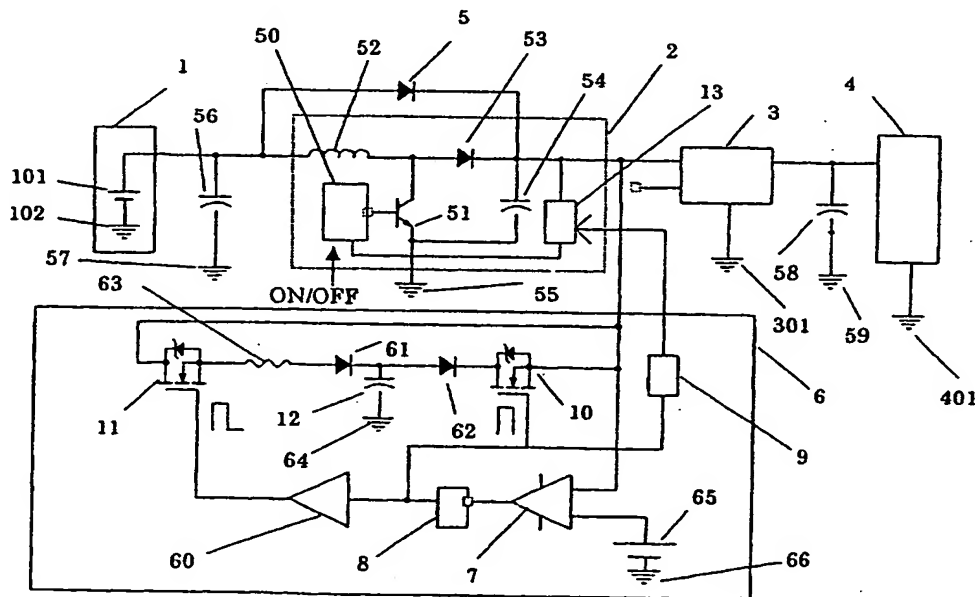
PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/099947 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H02J 1/00, 7/00, 9/06 (74) 代理人: 溝井章司, 外(MIZOI, Shoji et al.); 〒247-0056 神奈川県鎌倉市大船二丁目17番10号 NTA大船ビル 3F Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/04614
- (22) 国際出願日: 2001年5月31日 (31.05.2001) (81) 指定国 (国内): JP, KR, US.
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 古内浩二 (FURUUCHI, Kouji) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: POWER UNIT AND METHOD FOR POWER SUPPLY OF POWER UNIT

(54) 発明の名称: 電源装置及び電源装置の給電方法



(57) Abstract: A step-up/down power unit capable of efficiently utilizing a battery (1), characterized by comprising the battery (1) driving an electronic circuit (4), a step-up converter (2) building up the output voltage of the battery (1) connected between the battery (1) and the electronic circuit (4), a diode (5) connected parallel with the step-up converter (2) and bypassing a current discharged from the battery (1), a linear regulator (3) building down the voltage built up by the step-up converter (2), and an auxiliary power supply circuit (6) connected parallel with the step-up converter (2).

[続葉有]

WO 02/099947 A1



(57) 要約:

電池 1 を効率よく利用できるステップアップダウン電源装置を得る。
電子回路 4 を駆動する電池 1 と、上記電池 1 と上記電子回路 4 との間に
接続された電池 1 の出力電圧を昇圧するステップアップコンバータ 2 と、
上記ステップアップコンバータ 2 と並列に接続され、上記電池 1 から放
電された電流をバイパスするダイオード 5 と、上記ステップアップコン
バータ 2 により昇圧された電圧を降圧するリニアレギュレータ 3 と、上
記ステップアップコンバータ 2 と並列に接続された補助給電回路 6 とを
備えたことを特徴とする。

明 細 書

電源装置及び電源装置の給電方法

5 技術分野

この発明は、電源装置及び電源装置の給電方法、例えば、電池で駆動し、内部回路が電池の動作電圧範囲の内側で動作する携帯型電子機器に関するものである。例えば、リチウムイオン電池の動作電圧範囲が2.75V～4.2Vであり、かつ携帯型電子機器の機能を実現する為のLSI等に必要な電子回路の駆動電圧（Vcc）が3Vである場合などの電源装置及び電源装置の給電方法に関するものである。

背景技術

従来例1.

15 図6は従来の電源装置における構成を示したものである。

ここで、電池1は、携帯型電子機器の電力源となる。ステップアップコンバータ2は、上記電池1の電圧をより安定した高い電圧に変換する。リニアレギュレータ3は、上記ステップアップコンバータ2の出力電圧を電子回路4の駆動電圧に安定して降圧する。電子回路4は、携帯型電子機器の主回路を示す。

また、ステップアップコンバータ2は、制御回路部50、スイッチングを行なうトランジスタ51、チョークコイル52、ダイオード53、コンデンサ54で構成される。また、ステップアップコンバータ2の出力電圧は制御回路部50にフィードバックされている。また、トランジスタ51のエミッタ端子とコンデンサ54の一方の端子は、回路の基準電圧（グランド）55に接続されている。ここで、回路の基準電圧は、

電池 1 内部の電源 1 0 1 の負極電圧である。電源 1 0 1 の負極は、グラ
ンド 1 0 2, 5 5, 5 7, 5 9, 3 0 1, 4 0 1 に接続され、上記グラ
ンド 1 0 2, 5 5, 5 7, 5 9, 3 0 1, 4 0 1 は回路の基準電圧を維
持している。また、電池 1 の出力側にはコンデンサ 5 6 が接続されてい
5 る。コンデンサ 5 6 はグラウンド 5 7 に接続されている。リニアレギュレ
ータ 3 の出力側には出力を安定化するためのコンデンサ 5 8 が接続され
ている。また、コンデンサ 5 8 はグラウンド 5 9 に接続されている。

次に動作について説明する。電池 1 の電圧をステップアップコンバー
タ 2 で電池 1 の出力電圧範囲より高い電圧まで昇圧する。この動作によ
り、電池 1 の電圧の状態に関わらず、一定の安定した電圧が生成される
10 。

次に、ステップアップコンバータ 2 で昇圧された一定の電圧を入力と
して、リニアレギュレータ 3 が上記電圧を降圧する。これにより、一定
の安定した電子回路 4 用の電圧が生成される。携帯型電子機器の主回路
15 である電子回路 4 は、リニアレギュレータ 3 で降圧された電圧に基づき
動作を行う。このようにステップアップコンバータ 2 を前段回路とし、
リニアレギュレータ 3 を後段回路として構成したステップアップダウン
電源装置によれば、電池 1 の電圧が電子回路 4 の必要とする電圧より高
い場合でも、低い場合でも、安定した出力を得ることができる。従来技
20 術においては、後段のリニアレギュレータ 3 をステップダウンコンバー
タ（チョップ式スイッチングレギュレータ）で構成することも可能であ
る。

また、リニアレギュレータ 3 と同様の機能を果たすスイッチングレギ
ュレータの方式として、SEPIC (Single End Prim
25 ary Inductance Control) 回路方式やトラン
ス方式がある。

ここで、従来の携帯型端末における、ステップアップダウン電源装置は、ステップアップコンバータ 2 が常時動作する。しかしながら、常時動作すると、通常このようなスイッチングタイプの電源回路はその出力電力が小さくなった時には効率が極端に悪くなる特性を持っている。そのため、携帯型電子機器の消費電力が小さくなった時、例えば、携帯電話における電話の待受け状態、または PDA (Personal Digital Assistance) や PC (Personal Computer) 等における省電力モード (サスペンド、スタンバイ、スリープ等の名称で用いられる) 等のような低消費電力モードでは、ステップアップコンバータ 2 の損失が、機器の動作時間を短くしてしまう主要因の一つとなり問題があった。

そのため、機器の動作条件等によっては、ステップアップダウン電源を搭載せず、リニアレギュレータ 3 のみを搭載し、電子回路 4 の動作電圧より高い状態の電池 1 電圧範囲でしか電池 1 を利用しない場合もある。例えば電子回路 4 の動作電圧が 3.3 V とした場合に、リニアレギュレータ 3 の飽和電圧分を考慮し、4.2 V ~ 3.5 V の間だけを利用し、3.4 V 以下は使用しない場合などである。

このように、機器の消費電力によっては、電池 1 の電圧範囲を全て利用しようとステップアップコンバータ 2 を搭載するよりも、ステップアップコンバータ 2 を搭載せずに電池 1 を上記 4.2 V ~ 3.5 V の間だけ利用の方がかえてステップアップコンバータ 2 の損失が無い分、動作時間が長くなる場合もある。

しかしながら、本来このステップアップコンバータ 2 の動作が必要な期間は、電池 1 電圧が、電子機器 4 の動作電圧を発生するのに必要なりニアレギュレータ 3 の入力電圧より小さくなった時だけである。そのため、電池 1 電圧が高い間は電力損失の大きいステップアップコンバータ

2を停止または休止状態（例えば、ステップアップコンバータ2がPWM（Pulse Width Modulation）制御タイプのスイッチングコンバータであるならば、スイッチングオンDUTYが0%あるいはそれに近い状態とすること）によりステップアップコンバータ
5 2の電力ロスを抑制できる。

しかし、単純に停止および休止をさせた場合には、負荷の変動により出力電流が増加した時に電池1電圧が低下してしまう。これにより、電池1電圧がリニアレギュレータ3の必要とする電圧を下回ってしまう。したがって、電子機器4への電源供給が不安定となり、電子機器4の誤
10 動作を発生させる。

よって、通常はこの問題を防止するため、ステップアップコンバータ2は、高速な応答性能が得られる様にするために、電池1の最大電圧より高い出力電圧を設定し、常時動作させる。しかしながら、これは、上述したように、ステップアップコンバータ2による電力損失を常時発生
15 させるということにつながる。

また、後段のリニアレギュレータ3で代表されるステップダウン電源には、状況によりスイッチング方式のステップダウンコンバータが使用される場合もある。

このように、上記ステップアップダウン電源装置では、電源装置のロス
20 を抑制しながら電池電圧範囲の全範囲に渡って電池1を利用することが困難である。

本発明は、電力損失を抑制できるステップアップダウン電源装置を得ることを目的とする。

また、負荷の変動による電子機器への電源供給の不安定を解消し安定
25 して給電できるステップアップダウン電源装置を得ることを目的とする。

また、電池を効率よく利用できるステップアップダウン電源装置を得ることを目的とする。

従来例 2.

- 5 特開昭 57-206231 号公報には、車両のエンジン停止時に DC-DC (直流-直流) コンバータの動作によるバッテリーの放電により、車両が始動不能になることを回避するため、バッテリーと、このバッテリーの電圧を昇圧する DC-DC コンバータと、DC-DC コンバータの作動を兼ねたイグニッションスイッチと、昇圧回路の出力が入力される定電圧回路と、定電圧回路の出力が入力される車両用電子機器と、上記 DC-DC コンバータがオフの場合に上記バッテリーから上記車両用電子機器にダイオードを介して直接電源が供給される回路とを備えた車両用電子機器の電源装置が記載されている。

- 15 図に示してはいないが、上記構成において、上記イグニッションスイッチがオフのときは、上記 DC-DC コンバータは駆動せず、バッテリーは上記ダイオードを介して定電圧回路へ供給され、さらに上記車両用電子機器へ供給される。上記イグニッションスイッチがオンのときは、そのオン時のほとんどにおいてエンジンが作動しているときであることからバッテリーは充電される。これにより、DC-DC コンバータが作動して消費電力が増加してもバッテリーは放電しない。また、車両のエンジンスタータ始動時においても DC-DC コンバータは同様に作動し、バッテリーの電圧は低下する。これにもかかわらず電圧は DC-DC コンバータにより昇圧され正常な電圧電源で上記車両用電子機器に供給できる旨記載されている。

- 25 しかしながら、上記電源装置においては、バッテリーは、上記エンジンにより通常は充電されていることを前提としたものであって、バッテリー

を使用不能な電圧範囲にまで有効に利用することを解決するものではない。

従来例 3.

- 5 特開平 4 - 2 5 9 0 1 7 号公報には、高電圧駆動系と低電圧駆動系との作動電圧の異なる電気部品を駆動する直流電源装置として、スイッチングレギュレータとリニアレギュレータと上記スイッチングレギュレータの目標電圧を切り替える目標電圧切替手段とを備えた直流電源装置が記載されている。
- 10 図に示してはいないが、上記スイッチングレギュレータは、直流電圧を外部から指定された目標電圧に変換して出力し、高電圧駆動系を駆動する。また、上記リニアレギュレータは、上記スイッチングレギュレータからの出力電圧を分岐入力し、上記出力電圧より低い所定電圧に変換して出力し、低電圧駆動系を駆動している。また、上記スイッチングレ
- 15 ギュレータからの出力電圧を高電圧駆動系に供給する場合に、供給しない場合の目標電圧より大きくなるように、上記目標電圧切替手段は上記スイッチングレギュレータの目標電圧を切り替える。
- これにより、高電圧駆動系に供給しない場合のリニアレギュレータでの電力損失を抑制している。
- 20 しかしながら、上記直流電源装置は、上記低電圧駆動系の電気部品を駆動する際、上記高電圧駆動系の電気部品を駆動するのに必要な電圧に昇圧することによる電力損失を低減するためのものであって、電源を使用不能な電圧範囲にまで有効に利用することを解決するものではない。

25 発明の開示

本発明の電源装置は、負荷部を駆動する第 1 の電源部と、

上記第 1 の電源部と上記負荷部との間に接続された第 1 の電源部の出力電圧を昇圧する昇圧部と、

上記昇圧部と並列に接続され、上記第 1 の電源部から放電された電流をバイパスするバイパス回路部と、

5 上記昇圧部により昇圧された電圧を降圧する降圧部と、

上記昇圧部と並列に接続された第 2 の電源部とを備えたことを特徴とする。

10 また、上記昇圧部は、上記昇圧部を駆動するスイッチを有するとともに、上記昇圧部の出力電圧をフィードバックし、上記フィードバックされた結果に基づき上記スイッチを制御し、出力電圧を一定に安定化する非絶縁型コンバータであることを特徴とする。

15 また、上記バイパス回路部は、上記昇圧部の入力電圧が上記昇圧部の出力電圧より大きいときにのみ電流が流れるダイオードを備えたことを特徴とする。

また、上記第 2 の電源部は、上記昇圧部の出力電流により充電される蓄電手段を備えたことを特徴とする。

20

また、上記第 2 の電源部は、上記第 2 の電源部から電力を放電する時間を設定する第 1 の時間設定回路部と、

上記第 1 の時間設定回路部により設定された上記第 2 の電源部から電力を放電させる時間の始期と同期して上記昇圧部の出力電圧を変更す

る時間を設定する第 2 の時間設定回路部とを備え、

上記電源装置は、上記第 2 の時間設定回路部に設定された時間中、
上記昇圧部の出力電圧を変更する電圧可変回路部を備えたことを特徴と
する。

5

また、上記電源装置は、上記第 2 の時間設定回路部が作動している間、
上記昇圧部の出力電圧を上記第 2 の電源部の出力電圧より高い電圧値に
設定することを特徴とする。

10 また、本発明の電源装置の給電方法は、第 1 の電源部により負荷部を
駆動し、

上記第 1 の電源部の出力電圧が負荷部を駆動するために必要な電圧
より小さい場合に、上記第 1 の電源部の出力電圧を昇圧し、

15 上記第 1 の電源部の出力電圧が負荷部を駆動するために必要な電圧
より小さくなるまで上記第 1 の電源部から放電された電流をバイパスし、

上記第 1 の電源部の昇圧された出力電圧が負荷部を駆動するために
必要な電圧より小さい場合に、第 2 の電源部により上記バイパスされた
電圧を昇圧し、

20 上記第 1 の電源部の出力電圧と上記第 1 の電源部の昇圧された出力
電圧と上記第 2 の電源部の出力電圧との少なくとも 1 つの電圧を、負荷
部を駆動する電圧まで降圧することを特徴とする。

また、上記電源装置の給電方法は、さらに、上記第 2 の電源部を上記
第 1 の電源部の昇圧された出力電圧により充電することを特徴とする。

また、上記電源装置の給電方法は、さらに、上記第 2 の電源部から電力を放電する第 1 の時間を設定し、

上記設定された第 1 の時間中、上記第 2 の電源部から電力を放電し、

- 5 上記第 2 の電源部からの放電開始と同期して上記第 1 の電源部の出力電圧を変更する第 2 の時間を設定し、

上記第 2 の時間中、上記第 1 の電源部の出力電圧を変更することを特徴とする。

- 10 また、上記電源装置の給電方法は、さらに、上記第 1 の電源部の出力電圧の昇圧を開始するときに、上記昇圧する電圧を第 2 の電源部の出力電圧より高く設定することを特徴とする。

図面の簡単な説明

- 15 図 1 は、実施の形態 1 によるステップアップダウン電源装置の構成図。

図 2 は、実施の形態 1 による補助給電回路の動作と補助給電回路への充電動作の一例を示すタイムチャート図。

- 20 図 3 は、従来のステップアップコンバータと実施の形態 1 によるステップアップコンバータの動作状態の違いを電池電圧に合わせて示した図。

図 4 は、実施の形態 2 による補助給電回路の電圧検出部の構成図。

図 5 は、実施の形態 3 によるステップアップダウン電源装置の構成図。

図 6 は、従来のステップアップダウン電源装置の構成図。

発明を実施するための最良の形態

実施の形態 1.

以下、実施の形態 1 を図に基づいて説明する。

- 5 図 1 において、電池 1 は、第 1 の電源部の一例であり、携帯型電子機器の主電力源となる。ステップアップコンバータ 2 は、昇圧部の一例であり、上記電池 1 の電圧をより安定した高い電圧に変換する非絶縁型コンバータである。リニアレギュレータ 3 は、降圧部の一例であり、上記
- 10 ステップアップコンバータ 2 の出力電圧を電子回路 4 の駆動電圧に安定して降圧する。電子回路 4 は、負荷部の一例であり、携帯型電子機器の主回路を示す。

- また、ステップアップコンバータ 2 は、制御回路部 50、スイッチングを行なうトランジスタ 51、チョークコイル 52、ダイオード 53、コンデンサ 54、電圧可変回路 13（電圧可変回路部の一例）で構成さ
- 15 れる。ステップアップコンバータ 2 の出力電圧は、電圧可変回路 13 を介して制御回路部 50 にフィードバックされている。また、トランジスタ 51 のエミッタ端子とコンデンサ 54 の一方の端子は、回路の基準電圧（グラウンド）55 に接続されている。ここで、回路の基準電圧は、電池 1 内部の電源 101 の負極電圧である。電源 101 の負極は、グラ
- 20 ンド 102, 55, 57, 59, 301, 401, 64, 66 に接続され、上記グラウンド 102, 55, 57, 59, 301, 401, 64, 66 は回路の基準電圧を維持している。

- また、電池 1 の出力側にはコンデンサ 56 が接続されている。コンデンサ 56 はグラウンド 57 に接続されている。リニアレギュレータ 3 の出力側には出力を安定化するためのコンデンサ 58 が接続されている。コ
- 25 ンデンサ 58 はグラウンド 59 に接続されている。

 また、ステップアップコンバータ 2 は、電圧可変回路 13 により電圧

可変機能を持っている。バイパスダイオード 5 は、上記ステップアップコンバータ 2 と並列に接続されている（バイパス回路部の一例である）。また、ステップアップコンバータ 2 は、外部から制御回路部 50 に ON/OFF（オン/オフ）信号を入力することにより、外部から起動または停止させることができる。補助給電回路 6 は、第 2 の電源部の一例であり、ステップアップコンバータ 2 の出力およびバイパスダイオード 5 のカソード側に接続され補助的に電力を補填する。電圧検出回路 7 は、2 端子ある入力的一方を基準電圧を構成する直流電源 65 の正極側に接続し、他方をステップアップコンバータ 2 の出力およびバイパスダイオード 5 のカソード側に接続する。直流電源 65 の負極側は、グラウンド 66 に接続されている。電圧検出回路 7 は、補助給電回路 6 が給電を行なうか否かを判定する。タイマ 8 は、第 1 の時間設定回路部の一例であり、入力が電圧検出回路 7 の出力に接続され、出力がタイマ 9、半導体スイッチ 10、コンパレータ 60 に入力され制御されている。タイマ 8 は、電圧検出回路 7 の出力により任意の時間補助給電回路 6 を動作させる。タイマ 9 は、第 2 の時間設定回路部の一例であり、入力がタイマ 8 の出力に接続され、タイマ 9 の出力が電圧可変回路 13 に接続されている。タイマ 9 は、補助給電回路 6 の動作開始に同期して任意の時間ステップアップコンバータ 2 の出力電圧設定を通常動作状態よりも高く設定するように電圧可変回路 13 を動作させる。半導体スイッチ 10 は、FET（Field Effect Transistor）やバイポーラ型トランジスタに代表されるスイッチである。半導体スイッチ 10 は、タイマ 8 の出力により補助給電のオン・オフをする。半導体スイッチ 11 は、半導体スイッチ 10 と同様 FET（Field Effect Transistor）やバイポーラ型トランジスタに代表されるスイッチである。半導体スイッチ 11 は、コンパレータ 60 の出力により

- 補助給電用エネルギーを充電するための回路をオン・オフをする。コンデンサ 12 は、蓄電手段の一例であり、2 端子の内、一方がグランド 64 に接続され、他方がダイオード 61 のカソード側およびダイオード 62 のアノード側に接続されている。コンデンサ 12 は、補助給電用エネルギーを蓄積する。ダイオード 61 は、アノード側を抵抗 63、半導体スイッチ 11 を介してステップアップコンバータ 2 の出力およびバイパスダイオード 5 のカソード側に接続されている。ダイオード 62 は、カソード側が、半導体スイッチ 10 を介して、ステップアップコンバータ 2 の出力およびバイパスダイオード 5 のカソード側に接続されている。
- 次に電源装置の動作について説明する。ステップアップコンバータ 2 はリニアレギュレータ 3 の動作に最低限必要な電圧を出力するように出力電圧を設定する。そのため、電池 1 電圧がステップアップコンバータ 2 の出力電圧設定値より高い場合には、ステップアップコンバータ 2 の出力フィードバック制御回路部 50 はトランジスタ 51 のスイッチング動作を休止するように動作し、実際にステップアップコンバータ 2 は休止状態となるか、あるいは間欠発振動作となる。いずれにしても電力損失が抑制された状態となる。バイパスダイオード 5 は、ステップアップコンバータ 2 の出力電圧ができるだけ電池 1 電圧に近い値になるようにステップアップコンバータ 2 の入出力抵抗による電圧ロスを緩和し、より多くの時間、ステップアップコンバータ 2 が休止状態を保てるように作用する。補助給電回路 6 は、電子回路 4 の負荷が急激に増加することにより、電池 1 の電圧が低下した場合、または、ステップアップコンバータ 2 の動作遅延等により発生するリニアレギュレータ 3 の入力電圧が正常な動作範囲より低下した場合に、急激に補助的なエネルギー補填を行い、電圧を上昇させる動作を行う。

また、本電源回路起動時においては、電圧可変回路 13 によるステッ

プアップコンバータ 2 の出力電圧設定の初期設定値は、補助給電回路 6
におけるコンデンサ 1 2 の充電のために高い電圧設定とする。ここで、
電圧可変回路 1 3 においては、ステップアップコンバータ 2 の出力電圧
を検出する部分の抵抗値比率を可変することによりステップアップコン
5 バータ 2 の出力電圧設定を行なう。上記初期設定値は、一定時間のみ作
用し、その時間設定は、タイマ 9 の設定時間とは異なることから、図示
してはいないがリセット IC (Integrated Circuit) により生成する。ただし、タイマ 9 の設定時間は、後述するようにコ
ンデンサ 1 2 の充電時間よりも長いことから、上記初期設定値の時間設
10 定は、タイマ 9 により生成してもよい。

次に、補助給電回路 6 の動作について説明する。電圧検出回路 7 はス
テップアップコンバータ 2 の電圧を検出するコンパレータであり、リニ
アレギュレータ 3 の最低限必要な動作電圧を比較基準値として、上記比
較基準値より検出電圧が低下した場合は、コンパレータである電圧検出
15 回路 7 の出力信号が反転する。現実には補助給電回路 6 の給電動作にも
時間的遅れ要素があるので電圧検出回路 7 の比較基準値としてはリニア
レギュレータ 3 の最低限必要な動作電圧より若干高い電圧を検出電圧値
とする。電圧検出回路 7 の出力信号が反転することをトリガとして 1 シ
ョットタイマ 8 及びタイマ 9 が動作する。このタイマ 8 の出力により、
20 補助給電オンスイッチである半導体スイッチ 1 0 が任意の一定時間導通
し、コンデンサ 1 2 に蓄積された電荷を電圧エネルギーとしてダイオード
6 2、半導体スイッチ 1 0 を介してリニアレギュレータ 3 の入力に供給
する。更に、タイマ 9 の出力により、任意に設定された時間の間、電圧
可変回路 1 3 はステップアップコンバータ 2 の出力電圧を補助給電回路
25 6 のコンデンサ 1 2 の最高電圧より 0. 5 V 程度高い値に設定する。こ
れにより、ステップアップコンバータ 2 の出力電圧は設定値まで上昇す

る。タイマー 8 の設定時間に到達すると、補助給電オンスイッチである半導体スイッチ 10 がオフすると同時に補助給電充電オンスイッチである半導体スイッチ 11 がオンする。そして、補助給電回路 6 は、上昇したステップアップコンバータ 2 の出力電圧により、急速にコンデンサ 12 を充電し、また、コンデンサ 12 を次の補助給電動作準備状態に移させる。タイマ 9 の時間は、タイマ 8 の時間とコンデンサ 12 の充電時間の和に設定する。ただし、多少の余裕を考え、上記和以上の時間に設定するのが望ましい。

実施の形態 1 による、補助給電回路 6 の動作と補助給電回路 6 への充電動作の一例を示すタイムチャートを図 2 に示す。

図 2 において、電池 1 の電圧は、リニアレギュレータ 3 の最低動作電圧より高い (H) 状態にある。電子回路 4 の負荷は小さい (L) 状態にある。ステップアップコンバータ 2 の出力電圧は、リニアレギュレータ 3 の最低動作電圧より高い (H) 状態にある。電圧検出回路 7 の出力信号は Low (L) 状態にある。タイマ 8 の出力はオフ (OFF) である。タイマ 9 の出力は OFF である。電圧可変回路 13 の出力設定はリニアレギュレータ 3 の最低動作電圧 (通常設定: N) である。補助給電スイッチである半導体スイッチ 10 は OFF である。補助給電充電スイッチである半導体スイッチ 11 はオン (ON) である。これを通常運転時とする。

ここで、電子回路 4 の負荷が大きい (H) 状態になると、電池 1 の電圧は、低下していく。また、ステップアップコンバータ 2 の出力電圧も低下する。

また、電圧検出回路 7 の出力信号は High (H) 状態になる。

これにより、タイマ 8 の出力は ON になる。これにより、半導体スイッチ 10 は ON になる。また、半導体スイッチ 11 は OFF になる。こ

れにより補助給電回路 6 のコンデンサ 1 2 からリニアレギュレータ 3 の入力に電力を供給する。

また、タイマ 9 の出力は ON になる。これにより、電圧可変回路 1 3 の出力設定は補助給電回路 6 のコンデンサ 1 2 の最高電圧より高い値（
5 高い電圧設定：HH）になる。これにより、ステップアップコンバータ 2 が作動を開始する。ここで、コンデンサ 1 2 から電力を供給しない場合には、図 2 の点線で示したように、ステップアップコンバータ 2 の出力電圧はリニアレギュレータ 3 の最低動作電圧（Min）を下回ることになる。

10 次に、ステップアップコンバータ 2 の出力電圧が H 状態になると、電圧検出回路 7 の出力信号は L 状態になる。

次に、タイマ 8 の出力は OFF になると、半導体スイッチ 1 0 は OFF になる。また、半導体スイッチ 1 1 は ON になる。これにより、上昇したステップアップコンバータ 2 の出力電圧より、急速にコンデンサ 1
15 2 に充電を行い、コンデンサ 1 2 を次の補助給電動作準備状態に遷移させる。

次に、タイマ 9 の出力は OFF になると、これにより、電圧可変回路 1 3 の出力設定は N 状態になる。これにより、ステップアップコンバータ 2 が作動を停止する。

20 以上により一連の補助給電回路 6 の動作と補助給電回路 6 への充電動作が終了する。

上記のように動作することにより、より安定した電力供給をしながら、電池 1 駆動時間を延ばすことが可能となる。

ここで、例えば、一例として従来の電源装置であるステップアップダウンコンバータと本実施の形態 1 による電源装置の動作状態の違いを電池 1 電圧に合わせて示した図を図 3 に示す。ここで、電子回路 4 の作動
25

電圧を 3.3 V、リニアレギュレータ 3 飽和電圧を 0.3 V とする。よって、リニアレギュレータ 3 の最低動作電圧は 3.6 V とする。

図 3 のケースでは、電池 1 電圧が 4.2 V ~ 3.61 V までは、本実施の形態 1 によればステップアップコンバータ 2 が動作を休止状態とすることになり、従来の電源装置であるステップアップコンバータ部が連続動作であることと比べて、この部分の電力損失を抑制できる。

このように、本実施の形態 1 のステップアップダウン電源装置において、ステップアップコンバータ 2 の出力電圧設定を、後段のリニアレギュレータ 3 が動作可能な電圧の範囲の中でできる限り低く設定する。

さらに、順方向電圧の低いダイオード 5 をバイパスダイオードとして、ステップアップコンバータ 2 と並列に接続する。これにより、電池 1 電圧範囲の中で最大限ステップアップコンバータ 2 の動作が休止状態となるように電圧可変回路 13 を設定し、電源装置の電力損失を減らし、電池駆動携帯型電子機器の駆動時間を延ばすことができる。

さらに、負荷の変動に対して安定した電力供給を行うために、ステップアップコンバータ 2 回路が急変時（例えば、起動時）にステップアップコンバータ 2 回路の動作を正常に行うまでの間、つまりは、電圧がリニアレギュレータ 3 が動作可能な電圧の範囲以下である間、ステップアップコンバータ 2 の代わりに電力をリニアレギュレータ 3 に供給するための電力タンク回路となる補助給電回路 6 を構成する。そして、負荷急変時に半導体スイッチ 10、11 により一定時間補助給電回路 6 からリニアレギュレータ 3 に電力を補助的に給電し、電子回路 4 への給電が安定に行えるようにする。また、このとき、同時にステップアップコンバータ 2 回路を正常なスイッチング動作状態に状態遷移させるために、ステップアップコンバータ 2 の出力電圧設定を電圧可変回路 13 により高く設定変更する。出力電圧設定を高くする時間は、補助給電回路 6 から

給電している時間と補助給電回路 6 のエネルギー貯蔵源となるコンデンサ 1 2 に再充電する時間との和とする。これは次の負荷急変に備えるために必要な動作である。また補助給電回路 6 から給電している時間はステップアップコンバータ 2 がノーマルなスイッチング状態に戻るのに必要な時間となる。

また、本電源回路起動時には補助給電回路 6 に充電を行うため、同様に出力電圧設定を高くする。

この実施の形態 1 による補助給電回路 6 を組み込んだステップアップダウン電源装置を電池駆動型電子機器に組み込むことにより、より安定した電力供給をしながら、電池 1 駆動時間を延ばすことが可能となる。

実施の形態 2

上記実施の形態 1 では、任意の時間を作るためにタイマ回路を用いた実施の形態を示したが、タイマ 8、9 の代わりに簡易なコンデンサ (C) と抵抗 (R) を用いた CR 時定数回路でも同様の効果が得られる。以下この実施の形態 2 を、実施の形態 1 と異なる点を中心に、図 4 に基づいて説明する。

ドライブ回路 1 4 は、半導体スイッチ 8 1 とコンデンサ 8 2 と抵抗 8 3 とダイオード 8 4 で構成されている。ダイオード 8 4 のアノード側には電圧検出回路 7 の出力が接続されていて、カソード側には半導体スイッチ 8 1 のスイッチ入力端子とコンデンサ 8 2 の一方の端子と抵抗 8 3 の一方の端子に接続されている。コンデンサ 8 2 と抵抗 8 3 のそれぞれ他方の端子は、半導体スイッチ 8 1 を介して半導体スイッチ 1 0 のスイッチ入力端子に接続しているとともに、グランド 8 6 と接続されている。

ドライブ回路 1 4 は、補助給電オンスイッチである半導体スイッチ 1 0 を駆動する回路であり、CR 時定数により、半導体スイッチ 1 0 がオ

ンからオフへ切り換わる時間を遅延させる。

- ドライブ回路 15 は、半導体スイッチ 71 とコンデンサ 72 と抵抗 73、75 とダイオード 74 で構成されている。ダイオード 74 のアノード側には電圧検出回路 7 の出力が接続されていて、カソード側には半導体スイッチ 71 のスイッチ入力端子とコンデンサ 72 の一方の端子と抵抗 73 の一方の端子に接続されている。コンデンサ 72 と抵抗 73 のそれぞれ他方の端子は、半導体スイッチ 71 を介して電圧可変回路 13 の信号入力端子と抵抗 75 に接続しているとともに、グラウンド 76 と接続されている。ドライブ回路 15 は電圧可変回路 13 を駆動する回路であり、CR 時定数により、ステップアップコンバータ 2 の電圧を CR 時定数で定めた期間、高い電圧に設定するように電圧可変回路 13 を駆動することを可能とする。グラウンド 76、86 は、電源 101 の負極に接続され、上記グラウンドグラウンド 76、86 は回路の基準電圧を維持している。
- 15 実施の形態 2 では形態 1 より安価な部品を構成してタイマー部分を構成できる効果が得られる。

実施の形態 3.

- 上記実施の形態 1 と 2 では、専用の補助給電回路 6 を用いた実施の形態を示したが、例えば携帯型電子機器には複数の電源種類を用いる場合があり、これらの電源出力を補助給電回路 6 のエネルギー供給源としても同様の効果が得られる。以下この実施の形態 3 を図 5 に基づいて説明する。

- 他の電源 16 の出力は、ダイオード 62 のアノード側に接続されている。また、他の電源 16 の出力は、電子回路 4 に接続されていて、電子回路 4 を直接駆動することもできる。また、他の電源 16 の出力は、電

池 1 の出力に接続されていて、電池 1 の出力の代用をすることもできる。

他の電源 16 は、第 2 の電源部の一例であり、ステップアップコンバータ 2 の通常設定の出力電圧よりも高い電圧を出力し、かつ電源容量は
5 リニアレギュレータ 3 の負荷容量より数倍以上十分大きいものである。
補助給電スイッチである半導体スイッチ 10 をオンすることにより、他の電源 16 の出力から半導体スイッチ 10 を介してリニアレギュレータ 3 の入力にエネルギーを供給する。本実施の形態 3 では、補助給電回路 6 はエネルギーを蓄積する必要がないので、補助給電回路充電オンスイッチ
10 である半導体スイッチ 11 およびエネルギーを蓄積するコンデンサ 12 は不要である。更に、補助給電オンスイッチである半導体スイッチ 10 がオンしている時間とステップアップコンバータ 2 の電圧設定を高くしている時間が等しくてよいことから、タイマ 9 も不要となる。

本実施の形態 3 では上記実施の形態 2 よりも更に安価に構成できること
15 になる。但し、他の電源 16 出力が動作していることから省電力化への影響は小さい。

携帯型電子機器において、リチウム系二次電池が一般的であるが、これを 1 セルで使用する場合、利用電圧が一般的には 2.75 V ~ 4.2
20 V となる。この利用電圧範囲の中で、例えば電子機器の一般的な動作電圧 3 V または 3.3 V を作るためには、電源装置は、上記利用電圧範囲にある電池 1 電圧により、電圧を上げたり、下げたりしなければならない。上記実施の形態 1、2、3 は、このステップアップダウン電源回路について電圧変換効率を改善するための方式に関するものである。

25 前述したステップアップダウン電源回路は、上記利用電圧範囲を上げることを目的とするステップアップダウン電源装置で、電力損失を極力

抑制するため、昇圧型コンバータの出力電圧設定を可能な限り、後段のリニアレギュレータ 3 の入力範囲の下限に設定した昇圧コンバータと、
その昇圧された電圧を電子回路 4 が要求する一定電圧（例えば 3 V）に一定化するために電圧を下げるリニアレギュレータ 3 と、

- 5 入力電圧電池 1 電圧がリニアレギュレータ 3 より高い状態の時にバイパスするバイパスダイオード 5 と、

昇圧型コンバータ停止時における、急激な負荷変動による電池 1 電圧の低下をエネルギー補填するための補助給電回路 6 と、

- 10 補助給電回路 6 の動作に同期して一時的に昇圧回路の出力電圧設定を通常より高く設定する電圧可変回路 1 3 とを備えた、高効率ステップアップダウン電源装置である。

- また、ステップアップダウン電源回路は、上記において補助給電回路 6 の供給源を自励で得ることを目的として、補助給電回路 6 の供給源を得るため、電源回路起動時および補助給電回路 6 動作時に予め定めた任意の期間、ステップアップコンバータ 2 の出力電圧を通常より高く設定
15 する電圧可変回路 1 3 と、

上記通常より高く設定された電圧により電力を蓄積する電池またはコンデンサ 1 2 を装備した補助給電回路 6 とを備えた、高効率ステップアップダウン電源装置である。

20

産業上の利用可能性

- この発明の好適な実施の形態によれば、第 1 の電源部電圧が高く、電源容量が十分ある状態での不要な昇圧動作を休止し、高効率を維持し、更に電池の利用範囲の最後まで動作させることが可能となることにより
25 、電源容量を最大限まで使用することを実現できる効果がある。

また、以上により、例えば、電池駆動型携帯電子機器の動作モードが

携帯電話における待受け状態やPDAやPC等における低消費電力動作モード（サスペンドモード、スタンバイモード、スリープモードと称されている）での電源装置の電力損失を抑制し、より一層の低消費電力化を実現することができる効果がある。

- 5 よって、電源駆動時間をより長くした電池駆動型携帯電子機器が得られる効果がある。

また、第2の電源部が多出力電源でなくても負荷部に安定した電力供給を実現できる効果を得ることができる。すなわち、単一電源機器においても負荷部に安定した電力供給を実現できる効果を得ることができる

10 。

この発明の好適な実施の形態によれば、降圧部の入力電圧をフィードバックし制御する非絶縁型コンバータを備えることにより、必要時に必要なだけ昇圧動作を自動的行なうことができる効果がある。

- 15 この発明の好適な実施の形態によれば、ダイオードにより、昇圧時に昇圧回路を経由せずに電力が供給されることがなく、また、昇圧された電力の損失を低減することができる効果がある。

この発明の好適な実施の形態によれば、第2の電源部が蓄電されることにより使い捨ての補助電源が不要となり第1の電源部単体で電源装置を実現できる効果がある。

- 20 この発明の好適な実施の形態によれば、第2の電源部からの給電時間を任意に設定できる効果がある。また、昇圧部の出力電圧を任意に一定時間可変することができる効果がある。これにより、昇圧部を円滑に正常な動作状態に状態遷移させることができ、ひいては、より一層の低消費電力化を実現することができる効果がある。

- 25 この発明の好適な実施の形態によれば、安価な部品を構成して時間設定回路を構成できる効果が得られる。

この発明の好適な実施の形態によれば、昇圧部を円滑に正常な動作状態に状態遷移させることができ、ひいては、より一層の低消費電力化を実現することができる効果がある。また、第２の電源部を十分充電することができる効果がある。

請求の範囲

1. 負荷部を駆動する第1の電源部と、

上記第1の電源部と上記負荷部との間に接続された第1の電源部の
5 出力電圧を昇圧する昇圧部と、

上記昇圧部と並列に接続され、上記第1の電源部から放電された電
流をバイパスするバイパス回路部と、

上記昇圧部により昇圧された電圧を降圧する降圧部と、

上記昇圧部と並列に接続された第2の電源部とを備えたことを特徴
10 とする電源装置。

2. 上記昇圧部は、上記昇圧部を駆動するスイッチを有する
とともに、上記昇圧部の出力電圧をフィードバックし、上記フィードバ
ックされた結果に基づき上記スイッチを制御し、出力電圧を一定に安定
化する非絶縁型コンバータであることを特徴とする請求項1記載の電源
15 装置。

3. 上記バイパス回路部は、上記昇圧部の入力電圧が上記昇
圧部の出力電圧より大きいときにのみ電流が流れるダイオードを備えた
ことを特徴とする請求項1記載の電源装置。

4. 上記第2の電源部は、上記昇圧部の出力電流により充電
20 される蓄電手段を備えたことを特徴とする請求項1記載の電源装置。

5. 上記第2の電源部は、上記第2の電源部から電力を放電
する時間を設定する第1の時間設定回路部と、

上記第1の時間設定回路部により設定された上記第2の電源部から
電力を放電させる時間の始期と同期して上記昇圧部の出力電圧を変更す

る時間を設定する第 2 の時間設定回路部とを備え、

上記電源装置は、上記第 2 の時間設定回路部に設定された時間中、
上記昇圧部の出力電圧を変更する電圧可変回路部を備えたことを特徴と
する請求項 1 記載の電源装置。

- 5 6. 上記電源装置は、上記第 2 の時間設定回路部が作動して
いる間、上記昇圧部の出力電圧を上記第 2 の電源部の出力電圧より高い
電圧値に設定することを特徴とする請求項 5 記載の電源装置。

7. 第 1 の電源部により負荷部を駆動し、

- 10 上記第 1 の電源部の出力電圧が負荷部を駆動するために必要な電圧
より小さい場合に、上記第 1 の電源部の出力電圧を昇圧し、

上記第 1 の電源部の出力電圧が負荷部を駆動するために必要な電圧
より小さくなるまで上記第 1 の電源部から放電された電流をバイパスし、

- 15 上記第 1 の電源部の昇圧された出力電圧が負荷部を駆動するために
必要な電圧より小さい場合に、第 2 の電源部により上記バイパスされた
電圧を昇圧し、

上記第 1 の電源部の出力電圧と上記第 1 の電源部の昇圧された出力
電圧と上記第 2 の電源部の出力電圧との少なくとも 1 つの電圧を、負荷
部を駆動する電圧まで降圧することを特徴とする電源装置の給電方法。

- 20 8. 上記電源装置の給電方法は、さらに、上記第 2 の電源部
を上記第 1 の電源部の昇圧された出力電圧により充電することを特徴と
する請求項 7 記載の電源装置の給電方法。

9. 上記電源装置の給電方法は、さらに、上記第 2 の電源部
から電力を放電する第 1 の時間を設定し、

上記設定された第 1 の時間中、上記第 2 の電源部から電力を放電し、

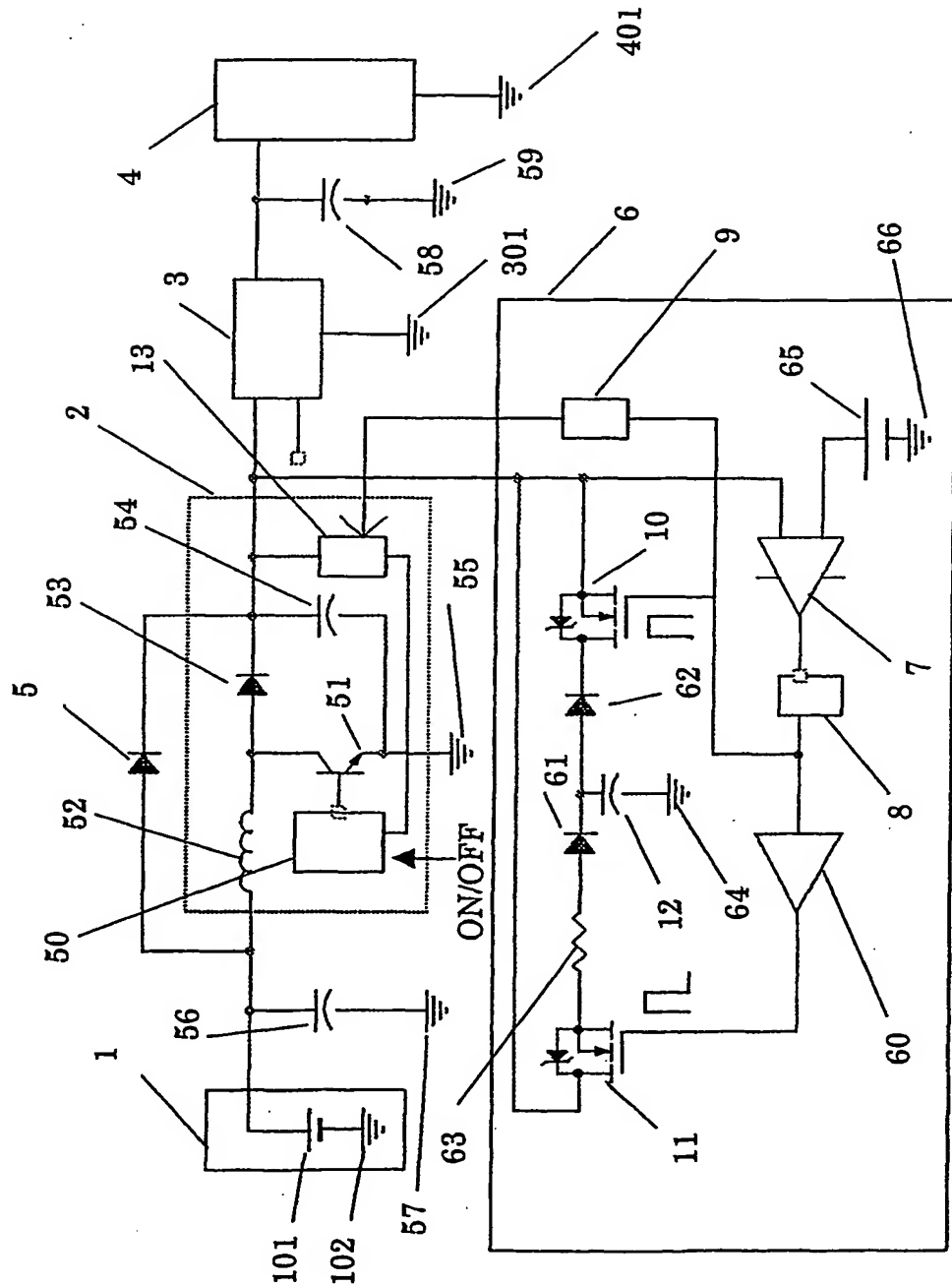
上記第 2 の電源部からの放電開始と同期して上記第 1 の電源部の出力電圧を変更する第 2 の時間を設定し、

上記第 2 の時間中、上記第 1 の電源部の出力電圧を変更することを特徴とする請求項 7 記載の電源装置の給電方法。

- 5 10. 上記電源装置の給電方法は、さらに、上記第 1 の電源部の出力電圧の昇圧を開始するときに、上記昇圧する電圧を第 2 の電源部の出力電圧より高く設定することを特徴とする請求項 7 記載の電源装置の給電方法。

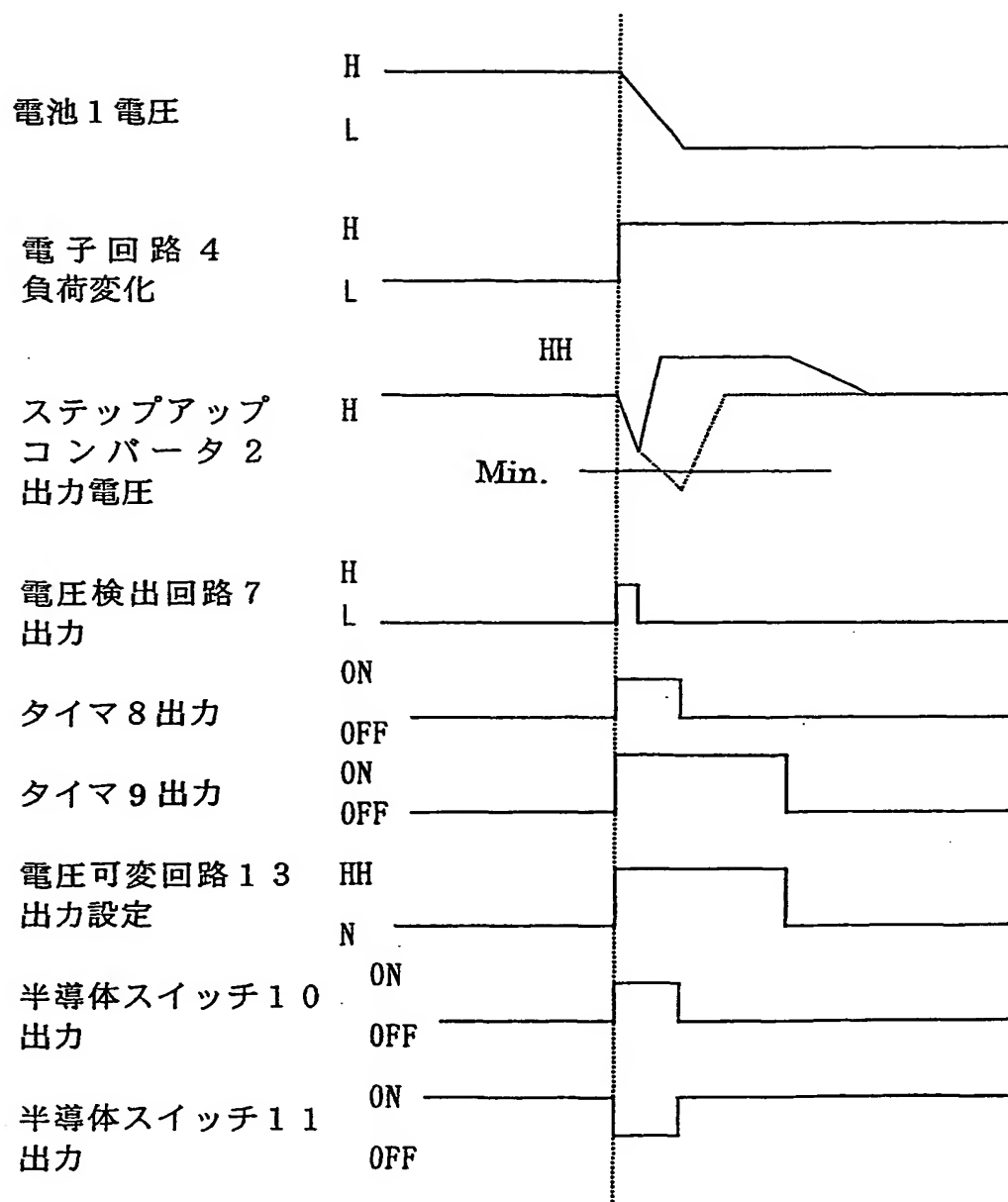
1 / 6

図 1



2 / 6

図 2



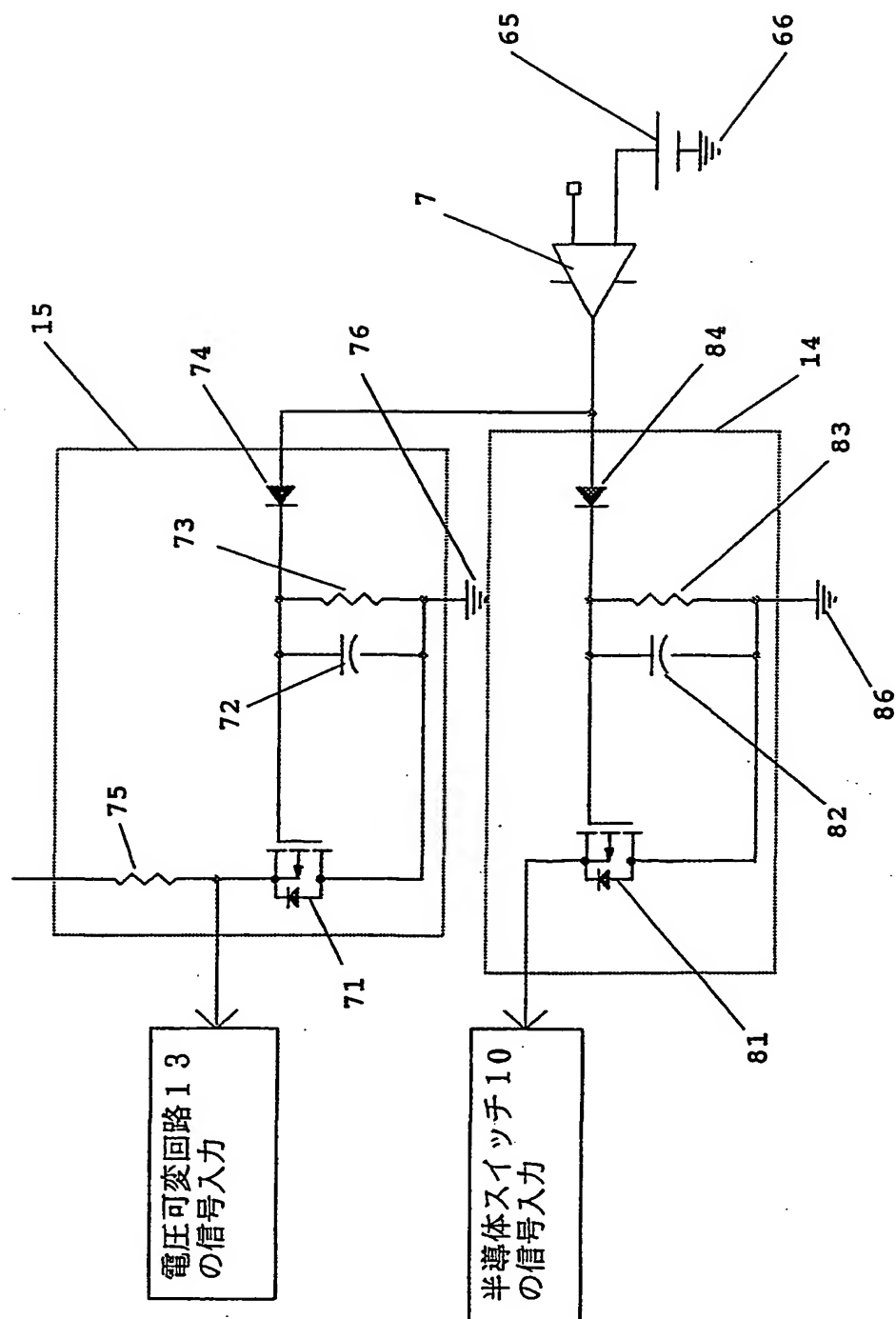
3 / 6

図 3

電池電圧	従来電源のステップ アップコンバータ部	実施の形態 1 に よるステップアップ コンバータ 2
4.20V ~ 3.61V	連続動作	休止
3.60V ~ 2.75V	連続動作	連続動作

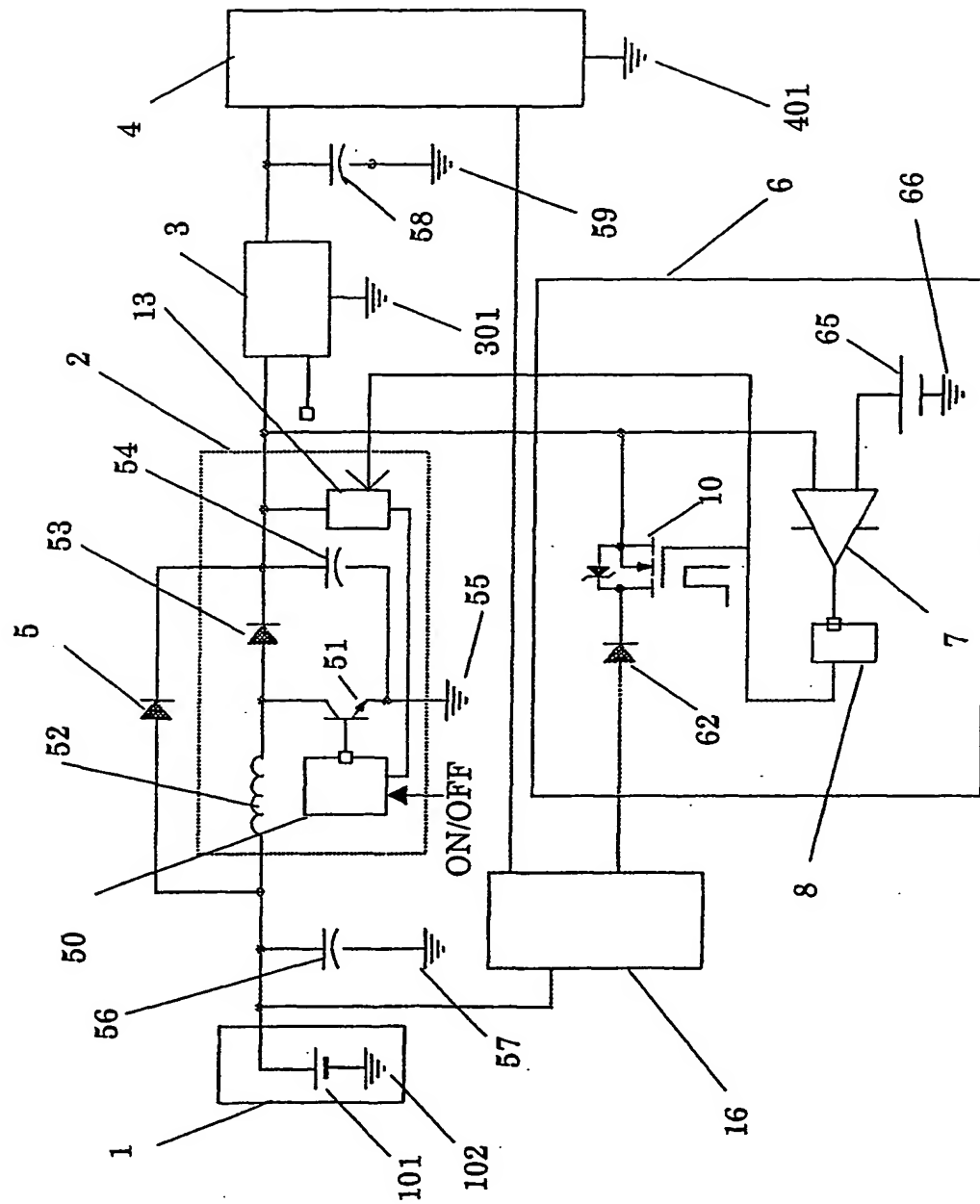
4/6

図 4



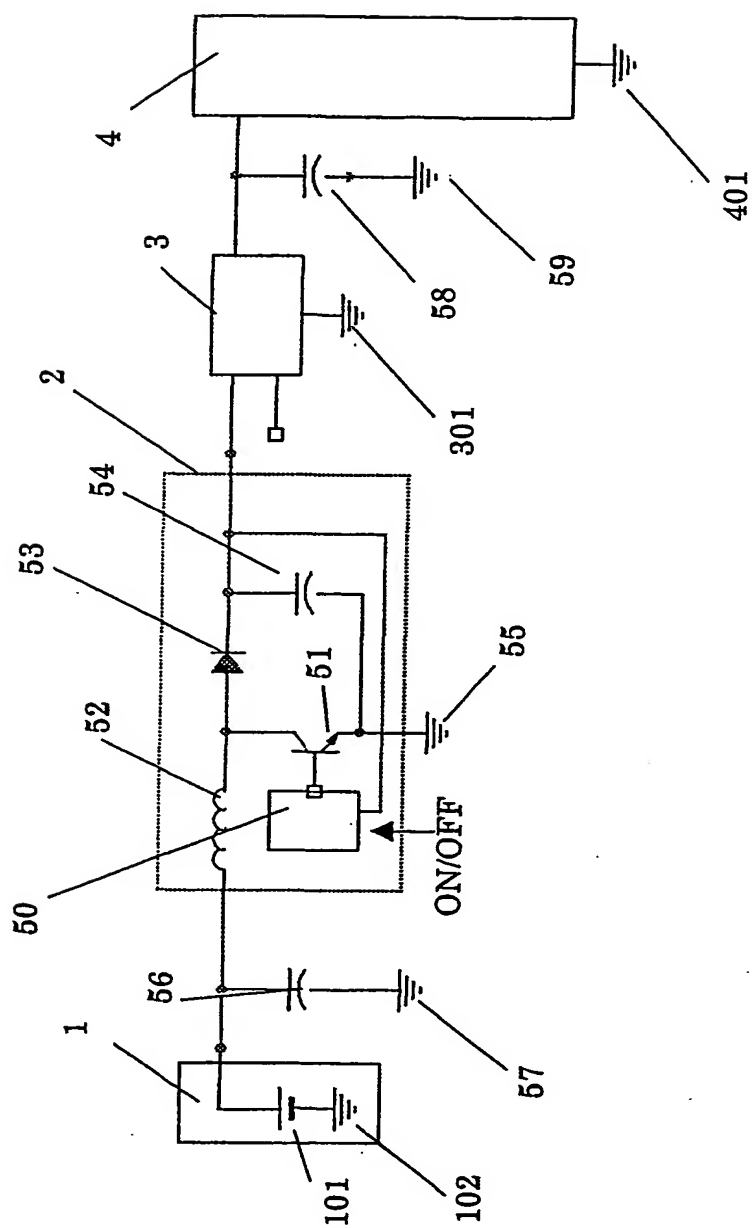
5 / 6

図 5



6 / 6

図 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/04614

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H02J 1/00, H02J 7/00, H02J 9/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H02J 1/00, H02J 7/00, H02J 9/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 57-206231 A (Hitachi, Ltd.), 17 December, 1982 (17.12.82),	1-4, 7, 8
A	Full text; Figs. 1 to 2 & WO 82/04487 A & EP 81593 A & US 4553196 A	5, 6, 9, 10
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application	1-4, 7, 8
A	No. 44969/1992 (Laid-open No. 9346/1994), (Yokogawa Electrical Machinery K.K.), 04 February, 1994 (04.02.94), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	5, 6, 9, 10
Y	JP 8-140286 A (Fujitsu Limited), 31 May, 1996 (31.05.96),	1-4, 7, 8
A	column 3, lines 33 to 44; Fig. 5 & US 5610450 A	5, 6, 9, 10
Y	JP 58-86868 A (NEC Corporation), 24 May, 1983 (24.05.1983),	2
A	Full text; Fig. 2 (Family: none)	1, 3-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 August, 2001 (17.08.01)

Date of mailing of the international search report
28 August, 2001 (28.08.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02J 1/00, H02J 7/00, H02J 9/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02J 1/00, H02J 7/00, H02J 9/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2001年

日本国登録実用新案公報 1994-2001年

日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	J P 57-206231 A (株式会社日立製作所) 17. 12月. 1982 (17. 12. 82) 全文 第1-2図 & WO 82/04487 A、& EP 81593 A、 & US 4553196 A	1-4, 7, 8 5, 6, 9, 10
Y A	日本国実用新案登録出願4-44969号 (日本国実用新案登録出 願公開6-9346号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を 記録したCD-ROM (横川電機株式会社) 4. 2月. 1994 (04. 02. 94) 全文 第1-3図 (ファミリーなし)	1-4, 7, 8 5, 6, 9, 10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17. 08. 01

国際調査報告の発送日

28.08.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

赤穂 隆雄



5 T

7926

電話番号 03-3581-1101 内線 6701

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 8-140286 A (富士通株式会社) 31. 5月. 1996 (31. 05. 96) 第3欄33-44行 第5図 & US 5610450 A	1-4, 7, 8 5, 6, 9, 10
Y A	JP 58-86868 A (日本電気株式会社) 24. 5月. 1983 (24. 05. 1983) 全文 第2図 (ファミリーなし)	2 1, 3-10